УДК 504.5:656. 504.5
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-138-143

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ г. РОСТОВА-НА-ДОНУ

А. С. Глхатян, В. В Талалаев

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
liparit.badalyan@yandex.ru

Выполнен анализ основных факторов негативного воздействия дорожной транспортной сети на экосистему города. Авторами предложена программа мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ транспортным потоком, заключающаяся в оптимизации экологических характеристик парка пассажирского транспорта г. Ростова-на-Дону, и представлена оценка ее эколого-экономической эффективности.

Ключевые слова: окружающая среда, выбросы автотранспорта, техногенное воздействие на экосистему, загрязняющие вещества, эколого-экономическая оценка, программа мероприятий, экономическая эффективность

Введение. Дорожная транспортная сеть (ДТС) является одним из основных образующих элементов транспортной, инженерной и социальной инфраструктуры города. В современном городе с населением свыше 1 млн человек основным фактором техногенной опасности является воздействие автотранспортных средств (АТС) на окружающую среду (ОС). Ежегодные исследования показывают, что в Ростове-на-Дону, как и в других городах России с населением более 1 млн человек, выбросы передвижных источников составляют 90% и более от суммарной эмиссии вредных, токсичных и канцерогенных веществ в атмосферный воздух [1].

UDC 504.5:656. 504.5
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-138-143

COMPLEX SAFETY ANALYSIS OF OPTIMIZATION MEASURES OF ECOLOGICAL INDICES OF ROSTOV-ON-DON ROAD TRANSPORT NETWORK

A. S. Glhatyan, V. V. Talalaev

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation
liparit.badalyan@yandex.ru

The article provides the analysis of the main factors of negative impact of road transport network on the city's ecosystem. The authors propose a plan of actions to reduce traffic flow pollutant emissions, which consists in the optimization of the environmental performance of passenger transport park of Rostov-on-Don, and the assessment of its environmental and economic efficiency.

Keywords: environment, motor vehicle emissions, technogenic impact on ecosystem, polluting substances, ecological-economic assessment, plan of actions, economic efficiency.

Introduction. Traffic network (TN) is one of the major forming elements of transport, engineering and social infrastructure of a city. In a modern city with a population of over 1 million people the main factor of technological risk is the impact of motor vehicles (MV) on the environment (E). Annual studies show that in Rostov-on-Don, as in other cities of Russia with population of over 1 million people, emissions from mobile sources are 90% or more of total emission of harmful, toxic and carcinogenic substances in atmospheric air [1].

Анализ экологических показателей различных видов топлива. Анализ [2] показывает, что более 80% загрязняющих веществ (ЗВ) в отработанных газах (ОГ) автомобилей приходится на выбросы бензиновых двигателей. Дизельное топливо при сжигании в двигателе внутреннего сгорания (ДВС), даже с учетом присадок в виде металлоорганических химических соединений или на бариевой основе, является значительно меньшим источником токсичных выбросов, чем бензиновое. Но на практике низкое его качество, сезонное несоответствие марок и нестабильность регулировочных характеристик топливной аппаратуры АТС, работающих на дизельном топливе, приводят к завышенным выбросам вредных веществ с ОГ. Газовое топливо обладает высокими экологическими показателями (значительно снижается выброс оксида углерода, неметановых углеводородов, оксидов азота и твердых частиц). Поэтому, помимо экономических факторов, перевод ДВС на этот вид топлива диктуется необходимостью уменьшения загрязнения воздуха, в особенности в крупных городах с большим парком автомобилей [3, 4].

Основные факторы негативного воздействия ДТС на экосистему. В условиях постоянного увеличения автомобильного парка и несоответствия городской дорожной сети современным требованиям автотранспорт становится одной из основных причин увеличения техногенной нагрузки на ОС. Техногенное воздействие ДТС на экосистему города носит комплексный характер. К основным видам воздействия автотранспорта на природную среду следует отнести нарушение естественной целостности экосистем и территорий (изменение ландшафтов, почв, гидрологического режима территорий, уничтожение биоты и др.), загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы. Увеличение числа эксплуатируемых АТС на территории, искусственно занижаемая пропускная способность центральных улиц (в частности, припаркованными автомобилями), и,

The ecological indices analysis of different fuels. The analysis [2] shows that more than 80% of polluting substances (PS) in the exhaust gases (EG) are gasoline engines emissions. Diesel fuel combustion in the internal combustion engine (ICE), even with the additives in the form of metalloorganic chemical compounds or barium-based compounds, is a much smaller source of toxic emissions than gasoline. But in practice, low quality, seasonal mismatch of brands and instability of regulating characteristics of MV fuel equipment, that operate on diesel fuel, lead to high emissions of harmful substances with EG. Gas fuel has a high environmental performance (significantly reduced emissions of carbon monoxide, non-methane hydrocarbons, nitrogen oxides and particulates). Therefore, in addition to economic factors, operation of engine on this type of fuel is dictated by the need to reduce air pollution, especially in large cities with a large car park [3, 4].

The main factors of TN negative impact on ecosystem. In the context of ever-increasing car park and discrepancy between urban road network and modern requirements, vehicles are one of the main reasons for technogenic load increase on E. The impact of TN on the city's ecosystem is complex. The main types of impact of transport on the environment include disruption of the natural integrity of ecosystems and territories (change of landscapes, soils, hydrological regime of the territories, destruction of biota, etc.), pollution of the atmosphere, hydrosphere and lithosphere. The increase in number of operated MV on site, artificially lowered capacity of main streets (in particular, by parked cars), and as a result, a lot

как следствие, многочисленные дорожные заторы на улично-дорожной сети города способствуют снижению интенсивности движения, затрудняют эксплуатацию общественного транспорта [2]. Наиболее интенсивное негативное воздействие ДТС оказывает на атмосферу [1]. В числе основных факторов загрязнения окружающей природной среды следует отметить: ЗВ, содержащиеся в выбросах ОГ автомобилей (оксиды азота, оксид и диоксид углерода — CO и CO_2, диоксид серы, углеводороды, сажа — C, топливная зола, бензапирен — $C_{20}H_{12}$ и другие); пыль (продукт истирания дорожного полотна, пневмошин и тормозных колодок; дефляции перевозимых грузов); физические поля (акустическое, инфразвуковое и электромагнитное). Характер и интенсивность влияния перечисленных факторов зависят от интенсивности, скорости движения и состава транспортного потока, числа полос движения и пр.

Разработка программы мероприятий по снижению выбросов ЗВ транспортным потоком. Анализ возможных инструментов улучшения качества атмосферного воздуха вблизи автомагистралей показал, что для достижения максимальной эффективности городской природоохранной политики необходимо применение комплекса административных, экономических, технических и планировочно-градостроительных мероприятий по снижению выбросов ЗВ.

Авторами проведена эколого-экономическая оценка программы мероприятий по снижению выбросов ЗВ транспортным потоком, заключающейся в оптимизации экологических характеристик парка пассажирского транспорта г. Ростова-на-Дону. Были рассмотрены три варианта средозащитных действий: M1 — перевод 50% автобусов с дизельными двигателями и 100% микроавтобусов на газовое топливо; M2 — замена 50% автобусов с дизельными двигателями троллейбусами; M3 — комплексное внедрение вариантов M1 и M2. Оценка эффективности природоохранных

of traffic jams on the road network of the city contribute to the reduction of traffic, cause trouble to operation of public transport [2]. The most intense negative impact of TN is on the atmosphere [1]. Among the main factors of environmental pollution are: PS in the exhaust gas emissions (nitrogen oxides, carbon monoxide and carbon dioxide CO and CO_2, sulphur dioxide, hydrocarbons, soot, fuel ash, benzopyrene — $C_{20}H_{12}$ and others); dust (the product of roadway abrasion, pneumatic tires and brake pads; deflation of transported goods); physical fields (acoustic, infrasound, and electromagnetic). The nature and intensity of influence of these factors depend on the intensity, speed and composition of traffic, number of lanes, etc.

The development of a plan of actions to reduce PS emissions by traffic stream. The analysis of possible measures to improve air quality near highways has shown that to achieve maximum performance of urban environmental policy it is required to use a complex of administrative, economic, technical and planning-urban measures to reduce PS emissions.

The authors have conducted an ecological-economic evaluation of the plan of actions to reduce PS emissions by traffic stream, which consists in the optimization of the ecological indices of passenger transport park of Rostov-on-Don. Three options of environmental actions have been considered: M1 — the transfer of 50% of buses with diesel engines and 100% of vans to gas fuel; M2 — the replacement of 50% of buses with diesel engines by trolleybuses; M3 —comprehensive implementation of M1 and M2. The evaluation of the effectiveness of environmental activities has been conducted by two parameters: mass flow of PS,

мероприятий проводилась по двум показателям: массовый расход ЗВ, условно в кг/с (по методу [5]), и экономический ущерб ОС, млн рублей/год (с использованием методики [6]). Рассчитывалась эмиссия CO, C, $C_{20}H_{12}$. Анализ эффективности программы снижения техногенной нагрузки на экосистему города показал, что при внедрении варианта М1 значительно снизились выбросы ЗВ микроавтобусами (на 46,2%) [7]. Изменение массового расхода токсикантов автобусами оказалось незначительным (0,02% при условии, что автобусы с газовыми двигателями работают при той же относительной мощности, что и дизельные). В целом произошло уменьшение выбросов вредных веществ примерно на 9%. Экономическая эффективность мероприятия составила 594,05 млн рублей/год. При внедрении варианта М2 эмиссия ЗВ автобусами снижается на 5,4% при общем уменьшении выбросов транспортного потока на 0,7%. Экономический ущерб экосистеме при этом снижается на 45,31 млн рублей/год. При внедрении варианта М3 выбросы вредных веществ транспортным потоком сокращаются на 9,7% при снижении экономического ущерба ОС на 639,36 млн рублей/год.

Заключение. Наиболее эффективным вариантом защиты ОС от негативного воздействия ОГ автотранспорта является комплексное внедрение мероприятий М1 и М2: перевод 50% автобусов с дизельными двигателями на газовое топливо, замена 50% дизельных автобусов троллейбусами и перевод 100% микроавтобусов в транспортном потоке на газовое топливо. Теоретическая и практическая значимость настоящей работы заключается в совершенствовании оценки негативного воздействия на ОС и аппарата принятия решений при определении приоритетных направлений снижения антропогенного воздействия на экосистему города. Результаты исследования могут быть использованы для снижения экономического ущерба от выбросов автотранспорта.

conventionally, in kg/s (according to the method [5]), and economic damage to E, million rubles/year (using the methods [6]). Emission of CO, C, $C_{20}H_{12}$ has been calculated. The analysis of the effectiveness of the program to reduce the anthropogenic load on the ecosystem of the city has showed that the introduction of M1 decrease significantly PS emissions by vehicles (by 46.2%) [7]. The change in the mass flow of toxicants by bus turns out to be insignificant (0.02 percent, provided that the buses with gas engines operate at the same relative power as diesel). Overall, there is a reduction of harmful emissions by about 9%. The economic efficiency of the measures amounts to 594.05 million rubles/year. With the introduction of M2, PS emissions by buses were reduced by 5.4% with a total emission reduction of traffic flow by 0.7%. Economic damage to the ecosystem is thus reduced by 45.31 million rubles/year. The introduction of variant M3 reduce emissions by traffic flow by 9.7% while reducing economic damages to E by 639.36 million rubles/year.

Conclusion. The most effective way to protect the environment from the negative impact of PS vehicles is a comprehensive implementation of measures M1 and M2: transfer of 50% of buses with diesel engines to gas fuel, replacment of 50% of diesel buses by trolleybuses and the transfer of 100% of minibuses in transport flow to gas fuel. Theoretical and practical significance of this work is to improve the assessment of negative impact on the environment and the decision-making body in determining priority areas of human impact reduction on the ecosystem of the city. The results of the study can be used to reduce economic damages from vehicles emissions.

Библиографический список

1. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2014 году» / под ред. В. Н. Василенко, Г. А. Урбана и др. — Ростов-на-Дону: Мин. Природ. ресурсов и экологии Ростовской области, 2015 г. — 385 с.

2. Бадалян, Л. Х. Оптимизация характеристик транспортного потока на городской дорожной сети по минимальному экономическому ущербу экосистеме / Л. Х. Бадалян // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 8. — С. 24 – 29.

3. Бадалян, Л. Х. Методы снижения выбросов загрязняющих веществ передвижными источниками / Л. Х. Бадалян, В. Н. Курдюков, А. М. Алейникова // Техносферная безопасность. Надежность. Качество. Ресурсосбережение: мат-лы 14-й Междунар. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону: РГСУ, 2012. — Том 1. — С. 83–91.

4. Гапонов, В. Л. Современные методы снижения вредных выбросов с отработавшими газами автотранспорта [электронный ресурс] / В. Л. Гапонов [и др.] // Технологии техносферной безопасности. — 2008. — Вып. 6. — Режим доступа: http://agps-2006.narod.ru/ttb/2008-6/08-06-08.ttb.pdf (дата обращения 25.05.2017).

5. Бадалян, Л. Х. Математическая модель загрязнения воздушной среды автотранспортными средствами / Л. Х. Бадалян // Автомобильная промышленность. — 2009. — № 11. — С. 14–16.

6. Бадалян, Л. Х. Современные представления об экономической оценке возмещения ущерба экологической системе / Л. Х. Бадалян, В. Н. Курдюков, Х. Д. Газгиреев // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и

References

1. Ekologicheskiy vestnik Dona “O sostoyanii okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov v Rostovskoy oblasti v 2014 godu” pod red. Vasilenko V.N., Urbana G.A. i dr. [Ecological Bulletin of the Don "On the state of the environment and natural resources of the Rostov region in 2014" ed. by Vasilenko, V.N. Urban, G.A., etc.] Rostov-on-Don, Min. of natural resources and environment of the Rostov region, 2015, 385 p. (in Russian).

2. Badalyan, L.H. Optimizatsiya kharakteristik transportnogo potoka na gorodskoy dorozhnoy seti po minimal’nomu ekonomicheskomu ushcherbu ekosisteme. [Optimization of the characteristics of traffic flow on the urban road system with minimal economic damage to the ecosystem.] Bezopasnost’ zhiznedeyatel’nosti, 2011, no. 8, pp. 24 – 29 (in Russian).

3. Badalyan, L.H., Kurdyukov, V.N., Aleynikova, A.M. Metody snizheniya vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv peredvizhnymi istochnikami. [Methods for reducing mobile sources emissions of pollutants.] Tekhnosfernaya bezopasnost’. Nadezhnost’. Kachestvo. Resursosberezhenie: mat-ly 14-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Technosphere safety. Reliability. Quality. Resource saving: mat. of the -14-th Intern. sci.-pract. conf.] Rostov-on-Don, RGSU, 2012, vol. 1, pp. 83-91 (in Russian).

4. Gaponov, V.L. et al. Sovremennye metody snizheniya vrednykh vybrosov s otrabotavshimi gazami avtotransporta. [Modern methods for reducing motor transport harmful emissions with exhaust gases.] Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti, 2008, vol. 6. Available at: http://agps-2006.narod.ru/ttb/2008-6/08-06-08.ttb.pdf (in Russian).

5. Badalyan, L.H. Matematicheskaya model’ zagryazneniya vozdushnoy sredy avtotransportnymi sredstvami. [Mathematical model of motor vehicles air pollution.] Avtomobil’naya promyshlennost’, 2009, no. 11, pp. 14-16 (in Russian).

6. Badalyan, L.H., Kurdyukov, V.N., Gazgireev, H.D. Sovremennye predstavleniya ob ekonomicheskoy otsenke vozmeshcheniya ushcherba ekologicheskoy sisteme. [Current views on economic assessment of damages to ecological system.] Bezopasnost’ zhiznedeyatel’nosti. Okhrana truda i

окружающей среды: межвуз. сб. науч. тр. — Вып. 10. — Ростов-на-Дону: РГАСХМ, 2006. — С. 10–12.

7. Курдюков, В. Н. Оценка экономической эффективности систем инструментов экологической политики и природоохранной деятельности / В. Н. Курдюков, Л. Х. Бадалян, А. М. Алейникова // Вестник Донского гос. техн. ун-та. — 2012. — № 3 (64). — С. 87–93.

okruzhayushchey sredy: mezhvuz. sb. nauch. tr., vyp. 10 [Life safety. Health and environment: interuni. coll. of sci. works, vol. 10.] Rostov-on-Don: RGASHM, 2006, pp. 10-12 (in Russian).

7. Kurdyukov, V.N., Badalyan, L.H., Aleynikova, A.M. Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti system instrumentov ekologicheskoy politiki i prirodookhrannoy deyatel’nosti. [Evaluation of economic efficiency of environmental policy instruments and environmental protection.] Vestnik of DSTU, 2012, no. 3 (64), pp. 87-93 (in Russian).

Поступила в редакцию 05.09.2017
Сдана в редакцию 06.09.2017
Запланирована в номер 30.09.2017

Received 05.09.2017
Submitted 06.09.2017
Scheduled in the issue 30.09.2017

Глхатян Андрей Санвелович,
студент группы МТБ 21 Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
liparit.badalyan@yandex.ru

Glhatyan Andrey Sanvelovich,
a student MTB21 group, Don State Technical University,
(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
liparit.badalyan@yandex.ru

Талалаев Владислав Васильевич,
студент группы МТБ 11 Донского государственного технического университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
liparit.badalyan@yandex.ru

Talalaev Vladislav Vasilevich,
a student MTB11 group, Don State Technical University,
(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
liparit.badalyan@yandex.ru